

ESTABILIDADE DE VITAMINA A EM ALIMENTOS FORTIFICADOS

Luciana Rodrigues Faleiro¹, Allehilla Alessandra Alves-Silva² e Helena Maria Pinheiro-Sant'ana³

¹Doutora em Ciência dos Alimentos(UFMG), Professora da Faculdade de Venda Nova do Imigrante, Faveni, Avenida Ângelo Altoé, 888, Venda Nova do Imigrante, ES, CEP: 29375-000, lupiracema@gmail.com. ²Graduada em Nutrição pelo Centro Universitário de Caratinga (UNEC), allehilla@gmail.com. ³Doutora em Ciência dos Alimentos (USP), professora e pesquisadora da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Avenida Peter Rolfs, s/n, Departamento de Nutrição, Viçosa, MG, CEP: 36570-900.

RESUMO - A vitamina A é nutriente essencial presente nos alimentos de origem animal como ésteres de retinol e nos alimentos de origem vegetal como pró-vitamina A ou carotenoides. A deficiência de vitamina A (DVA) especialmente em países em desenvolvimento é um problema de saúde pública afetando principalmente crianças e mulheres em idade fértil. A fortificação dos alimentos é a estratégia mais útil e econômica para combater a deficiência de micronutrientes. Para o sucesso do programa de fortificação o nutriente deverá manter-se estável durante a vida útil do alimento. Fatores como padronização do premix vitamínico, mistura do premix com a matriz alimentar, momento da adição do premix no processamento, presença de antioxidante, exposição do alimento e/ ou fortificante ao calor e luz e tipo de fortificante associado à matriz alimentar podem comprometer a estabilidade da vitamina no alimento fortificado diminuindo a disponibilidade deste micronutriente para consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Deficiência de vitamina A. Alimentos fortificados. Estabilidade de vitamina A.

ABSTRACT - Vitamin A is an essential nutrient present in animal food stuff, such as retinol esters, and in vegetables like pro-vitamin A or carotenoids. Vitamin A deficiency, especially in developing countries, is a health public problem affecting mainly children and women in reproductive stage. Food fortification is the most useful and economic strategy to deal with a micronutrients deficiency. The success of the fortification program depends on the micronutrient stability during the food shelf life. Factors such as vitamin standardized premixes, premixes mixture with the food matrix, moment of the addition of the premixes in processing time, antioxidants presence, food exposure to heat and light and type of fortifier associated with the food matrix can compromise the vitamin stability in the fortified food, decreasing the availability of this micronutrients for consumption.

KEYWORDS: Vitamin A deficiency. Fortified food. Vitamin A stability.

1 INTRODUÇÃO

A deficiência de micronutrientes afeta mais de 2 bilhões de pessoas no mundo e é considerado um grave problema de saúde pública (WHO, 2006). Estas deficiências são generalizadas nos países em desenvolvimento devido à população crescente, indisponibilidade de recursos e falta de regulamentação por parte dos governos. Além disso, devido à industrialização e mudança de estilo de vida aumentou o consumo de alimentos industrializados o que pode levar à menor ingestão de micronutrientes (AKHTAR et al. 2011).

Dentre as deficiências de micronutrientes, a deficiência de vitamina A (DVA) é reconhecida mundialmente como um dos problemas nutricionais mais importantes de saúde pública. Estima-se que aproximadamente 190 milhões de indivíduos no mundo apresentem deficiência de vitamina A subclínica, 13 milhões algum sintoma de xerofthalmia, e, como consequência desta, 250.000 a 500.000 crianças são atingidas anualmente, de cegueira irreversível (DANTAS et al. 2011; BRASIL, 2007; WHO, 2006). No Brasil, nas últimas décadas, a deficiência deste micronutriente tem sido documentada na região Nordeste e em

alguns locais da região Sudeste. Estas áreas possuem por características a seca e o alto índice de pobreza (SAUNDERS, 2009).

Entre as várias estratégias para controlar as deficiências de micronutrientes estão diversificação alimentar, suplementação, biofortificação e fortificação de alimentos, esta última mais prática e de baixo custo (BUTT et al. 2007; FILTEAU; TOMKINS, 1999). Entretanto, para o sucesso de qualquer programa de fortificação é importante que o fortificante adicionado a matriz alimentar mantenha-se em quantidades apropriadas no alimento durante a vida útil do produto (LOTFI et al. 1996). A exposição do elemento fortificante a qualquer fator químico ou físico, incluindo calor, umidade, ar, luz, meio ácido ou alcalino durante o processamento, embalagem, distribuição e armazenamento do produto pode afetar sua estabilidade (AKHTAR et al. 2011). Portanto, a quantificação das perdas do fortificante durante o processamento e armazenamento dos alimentos enriquecidos torna-se essencial para o estabelecimento de níveis adequados do micronutriente a serem adicionados à matriz alimentar a fim de garantir o conteúdo apropriado durante a vida útil do produto. Para o estabelecimento desses níveis devem ser considerados não somente as perdas durante o processamento e armazenamento, mas também que o fortificante esteja presente em quantidades que não resultem em consumo excessivo levando em conta outras fontes de alimentos.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo foi elaborar uma revisão sobre a estabilidade de vitamina A em alimentos fortificados.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 VITAMINA A

A vitamina A é um micronutriente essencial que deve ser consumido em pequenas quantidades pelos seres humanos. É essencial para a visão (previne a cegueira noturna e mantém a acuidade visual), diferenciação e integridade celular, desenvolvimento, crescimento e função imune (MARTINS et al. 2007; WHO, 2006; ZANCUL, 2004).

O termo vitamina A é empregado genericamente para todos os derivados do β -ionona (exceto para carotenóides cujo termo é pró-vitamina A) que possuam atividade biológica do retinol *todo-trans* ou estejam estruturalmente correlacionados a ele (CHÁVEZ-SERVÍN et al. 2008). O principal componente do grupo da vitamina A é chamado retinol *todo-trans*. É encontrada na natureza na forma livre ou de ésteres, somente em animais. Nos vegetais são encontradas as pró-vitaminas A, que são substâncias carotenoides, principalmente α , β , γ caroteno (BOBBIO; BOBBIO, 2003). A vitamina A e seus derivados pertencem a uma classe de compostos relacionados estruturalmente denominados retinóides, incluindo compostos naturais e sintéticos (PENTEADO, 2003).

A deficiência de vitamina A (DVA) pode ser causada por dois fatores principais. O primeiro por uma ingestão inadequada de vitamina A para satisfazer as necessidades orgânicas, como o consumo insuficiente de produtos de origem animal e de frutas e hortaliças ricas em pró-vitamina A, levando a uma ineficiente absorção deste micronutriente que pode levar às baixas reservas corporais e a não satisfação das necessidades fisiológicas (suporte ao crescimento tecidual, metabolismo normal e resistência à infecção). O segundo está relacionado ao sinergismo entre episódios infecciosos e à carência de vitamina A (DANTAS et al. 2011). Estudos realizados em vários países têm demonstrado que a hipovitaminose A ainda está associada ao desmame precoce (RAMALHO et al. 1998), ao consumo inadequado de alimentos ricos em vitamina A pré-formada ou carotenóides e também à pobreza e aos tabus alimentares (SUCUPIRA; ZUCCOLOTTO, 1988).

A deficiência de vitamina A causa alterações no revestimento ocular, xerose, mancha de bitôt, úlcera de córnea e conseqüentemente a uma cegueira irreversível (xeroftalmia e ceratomalácia). Está associada a aumento da incidência de infecções (MARTINS et al. 2007).

No Brasil, o combate à DVA é realizado através do Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A, programa do Ministério da Saúde, com apoio dos Estados, que busca reduzir e erradicar a deficiência nutricional de vitamina A em crianças de 6 a 59 meses de idade e mulheres no pós - parto imediato (antes da alta hospitalar), residentes em regiões consideradas de risco (região Nordeste, Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais e Vale do Ribeira em São Paulo) (ALMEIDA et al. 2010).

A ingestão excessiva de vitamina também pode causar prejuízos à saúde. A ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina A é 700 e 900 $\mu\text{g}/\text{dia}$ de retinol para mulheres e homens, respectivamente (INSTITUTE OF MEDICINE, 2006).

A ingestão excessiva de retinol pode provocar secura de mucosas, raleamento dos cabelos, unhas quebradiças, dores ósseas e articulares, esplenomegalia, cefaleia, vômitos, descamação, alterações hepáticas, hemorragia e coma. Os retinóides são capazes de inserir, expandir e desestabilizar membranas, levando às rupturas de células e organelas celulares como lisossomos. Possuem efeito teratogênico, sendo seu consumo em excesso associado à malformação congênita e abortos espontâneos. A ingestão elevada de β -caroteno é pouco associada com a toxicidade, apesar de o consumo maciço desse nutriente levar a carotenodermia, em que a sola dos pés e mãos tornam-se amarelados ou alaranjados. O efeito é reversível com diminuição do consumo. No entanto, novos dados sugerem que concentrações elevadas de β -caroteno também poderiam estar envolvidas no desenvolvimento do câncer através de sua propriedade pró-oxidante (SAUVANT et al. 2011).

O nível de ingestão máxima tolerável deste nutriente é 3.000 $\mu\text{g}/\text{dia}$ de retinol (INSTITUTE OF MEDICINE, 2006). A intoxicação crônica por vitamina A foi relatada em indivíduos que consumiram 30.000 $\mu\text{g}/\text{dia}$ desta vitamina. Além disso, doses menores, de 7.500 $\mu\text{g}/\text{dia}$ ingeridas, ingeridas duas vezes ao dia, foram associadas à toxicidade grave por vitamina A (LEO; LIEBER, 1999), o que poderia levar a danos hepáticos (AZAIS-BRAESCO; PASCAL, 2000).

Portanto, para adição do nutriente ao alimento é necessário que o mesmo esteja presente em concentrações que não impliquem em ingestão excessiva não devendo ultrapassar o valor determinado pela IDR, considerando as quantidades derivadas de outros alimentos da dieta e as necessidades do consumidor a que se destina. Deve ser considerado a probabilidade de ocorrência de interações negativas com nutrientes ou outros componentes presentes na dieta. O nutriente adicionado deve ser biodisponível e seguro, não devendo alcançar níveis terapêuticos no alimento (ZANCUL, 2004; BRASIL, 1998).

2.2 FORTIFICAÇÃO DOS ALIMENTOS

A redução de deficiências de micronutrientes pode contribuir significativamente para a melhoria da produtividade, saúde e bem-estar dos seres humanos.

Estratégias têm sido desenvolvidas para combater a carência em micronutrientes. As três maiores estratégias neste sentido são a diversificação alimentar, emprego de suplementos alimentares e fortificação de alimentos (FILTEAU; TOMKINS, 1999). Contudo o sucesso de tais estratégias requer o conhecimento das fontes, acesso e biodisponibilidade dos nutrientes para a população. A fortificação de alimentos é a técnica mais econômica, flexível e socialmente aceita para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos em vários países (AKHTAR et al. 2011). Dentro deste contexto para combater a deficiência de vitamina A em países da América Central e do Sul, a fortificação dos alimentos têm sido a principal estratégia utilizada (WHO, 2009). Também em países desenvolvidos, esta técnica tem se mostrado uma forma eficiente e

de baixo custo para aumentar o fornecimento de micronutrientes e reduzir as consequências da falta destes (DARY; MORA, 2002).

No Brasil, o Ministério da Saúde por meio da Secretaria de Vigilância Sanitária, baixou a Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998, com o objetivo de fixar a identidade e as características mínimas de qualidade para os alimentos adicionados de nutrientes essenciais (vitaminas, minerais e aminoácidos) (BRASIL, 1998).

Segundo esta Portaria, alimento fortificado / enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes é todo alimento ao qual foi adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiências demonstradas em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma. Já o alimento restaurado ou com reposição de nutrientes essenciais é todo alimento ao qual forem adicionados nutrientes com a finalidade de repor, quantitativamente, aqueles que foram reduzidos durante o processamento e ou armazenamento do alimento (BRASIL, 1998).

Para alimentos enriquecidos ou fortificados é permitido o enriquecimento ou fortificação desde que 100mL ou 100g do produto, pronto para consumo, forneçam no mínimo 15% da IDR de referência, no caso de líquidos, e 30% da IDR de referência, no caso de sólidos (BRASIL, 1998).

A fortificação erradicou a maioria das deficiências de vitaminas e minerais dos países industrializados, mas, infelizmente, o mesmo alimento, matriz para a fortificação de alguns micronutrientes, não pode ser usado em todas as situações. Para que a fortificação de um alimento seja vantajosa, os alimentos usados como matrizes devem reunir certos requisitos como, por exemplo, ser um alimento amplamente consumido pelos grupos que têm risco de deficiência dos micronutrientes. Os alimentos mais usados para serem fortificados são os cereais, os produtos lácteos e, em menor proporção, sal, açúcar e condimentos (SALGUERIO et al. 2002).

As organizações internacionais como a OMS estão ativamente engajadas em estabelecer diretrizes para fortificação de alimentos com vitaminas e minerais básicos da dieta, por exemplo, farinha de trigo (AKHTAR et al. 2011).

A fortificação apresenta várias vantagens, mas também é um processo onde se encontram dificuldades. Entre as vantagens estão a alta cobertura populacional, o fato de não modificar os hábitos alimentares e de apresentar baixo risco de toxicidade. Dificuldades podem estar ligadas ao consumo massivo do alimento, sua distribuição e preço. Para se alcançar o efeito desejado, os programas de fortificação devem considerar a quantidade consumida do alimento fortificado e a concentração do micronutriente no produto (DARY; MORA, 2002).

2.3 VITAMINA A E FORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS

A fortificação dos alimentos com vitamina A ocorre principalmente em cereais e farinhas, óleos e gorduras e açúcar (BUTT et al. 2007). De Ritter (1991) descreveu os cereais como a melhor forma para a fortificação, porque nos países em desenvolvimento 95% da população consome cereais como alimento básico, sendo relativamente baratos, cultivados e consumidos em todo o mundo por todas as classes econômicas, versáteis na preparação e uso.

O consumo de cereais fortificados com vitamina A tem se mostrado efetivo no combate a deficiência deste micronutriente. O consumo diário de pão de forma fortificado com vitamina A tem melhorado significativamente a concentração de retinol sérico em pessoas com carência de vitamina A. Em uma intervenção na zona rural da África do Sul, o fornecimento de biscoitos fortificados com vitamina A durante seis semanas à população, melhorou significativamente o teor de retinol sérico (AKHTAR, 2011).

Do ponto de vista químico, o retinol *todo-trans* e seus derivados apresenta uma região de alta densidade eletrônica responsável pela atração de radicais deficientes em elétrons. Então retinóides são altamente instáveis na presença de oxidantes, metais de transição, radicais livres e luz (especialmente UV) levando a reações de degradação oxidativa ou isomerização (LOVEDAY; SINGH, 2008; CARLOTTI et al. 2002). Muitos estudos demonstraram rápida degradação da vitamina A em água, mas este micronutriente é pouco solúvel devido a sua baixa polaridade.

A estabilidade do micronutriente na matriz alimentar associada ao tipo de fortificante é considerada um dos fatores chaves para o sucesso de qualquer programa de fortificação. A exposição do componente fortificante a qualquer fator químico ou físico, incluindo calor, umidade, ar, luz, meio ácido ou alcalino durante o processamento, embalagem, distribuição e armazenamento pode afetar sua estabilidade (AKHTAR et al. 2011). A escolha do fortificante da vitamina A é amplamente dependente da matriz alimentar. Como a vitamina A (retinol) é um composto instável, em preparações comerciais este composto usualmente é esterificado com ácido palmítico ou acético, para dar origem ao éster mais estável. Acetato de retinil e palmitato de retinil, juntamente com pró-vitamina A (β -caroteno) são as formas comerciais mais empregadas de vitamina A em fortificação de alimentos. A intensa cor laranja do β -caroteno pode torna-lo inadequado para a fortificação de vários alimentos, mas é amplamente utilizado em margarinas e bebidas (WHO, 2006).

2.4 ESTABILIDADE DA VITAMINA A EM ALIMENTOS FORTIFICADOS

Fatores como processamento do alimento, condições de armazenamento, exposição do fortificante e/ou alimento à luz e oxigênio, tipo de embalagem, tipo de fortificante, relação fortificante x matriz alimentar devem ser avaliados durante a elaboração de alimentos fortificados com vitamina A devido a instabilidade do retinol e/ou seus ésteres ao calor, luz e oxigênio. Os estudos relacionados neste artigo descrevem a estabilidade da vitamina A nos principais alimentos fortificados como cereais, óleo de soja, leite e açúcar em diversas condições de processamento e armazenamento.

Diversos estudos na literatura relacionam a estabilidade da vitamina A antes e pós cocção de farinhas de cereais enriquecidas. Pretorius e Schonfeldt (2011) encontraram ampla variação no teor de vitamina A em farinha de milho (fubá) e em mingaus preparados com este ingrediente. O maior valor encontrado foi de 217 μg de retinol/100g no fubá e menor de 8 μg de retinol/100g no mingau. Segundo os autores, esta ampla variação poderia ser explicada pela inadequada padronização do premix de enriquecimento da farinha, inadequada mistura do premix com o fubá ou controle de qualidade deficiente pelas empresas de moagem do milho. A taxa média de retenção da vitamina A pós cocção (mingau de milho) foi calculada como 39,8%, podendo estar relacionada com a baixa estabilidade do fortificante em processos de cocção. Portanto, a temperatura e o tempo de cocção devem ser monitorados durante o processo de cocção para minimizar a perda deste micronutriente.

Rowe e colaboradores (2009) avaliaram o conteúdo de vitamina A em *commodities* de *blend* de farinhas fortificadas com vários micronutrientes incluindo a vitamina A: *blend* de milho e soja, apenas fubá e *blend* de trigo e flocos de soja. A vitamina A manteve estável após a cocção em mingaus elaborados com apenas fubá e com o *blend* de milho e soja. Já em mingaus preparados com o *blend* trigo e flocos de soja houve considerável perda de vitamina A após a cocção. Segundo Atwood e colaboradores (1995) a estabilidade da vitamina A em *blend* de milho e soja é altamente variável, podendo estar relacionada ao fortificante empregado, ao processo de mistura, distribuição de antioxidantes e a presença de fatores de degradação no milho e soja. Segundo Rowe e colaboradores (2009) os mesmos fatores poderiam explicar a baixa estabilidade da vitamina A observada para o *blend* de trigo e flocos de soja. Sugerem

também que a diferença na tecnologia de encapsulação do premix utilizado para enriquecimento do *blend* poderia reduzir a estabilidade da vitamina A. Apesar de não citado pelos autores, o binômio temperatura e tempo de cocção também é um importante fator que poderia contribuir para a perda da vitamina A.

Como pode ser observado pelos estudos com cereais fortificados, não há consenso entre as perdas ocorridas pós cocção desta matéria-prima. O que pode ser inferido é que as perdas dependem de vários fatores principalmente do tipo de matriz alimentar (tipo de cereal), calor, presença de antioxidantes na matriz alimentar e mistura do premix com o alimento.

Os biscoitos são considerados os melhores veículos para fortificação com acetato de retinil ou palmitato de retinil, pois apresentam elevados teores de gordura, aumentando a absorção de vitamina A. Porém, pequenas perdas de vitamina A (8 a 9%) foram observadas após a cocção de biscoitos enriquecidos com acetato de retinil. Após 30 dias de armazenamento a perda máxima foi de 10%, fato que pode estar associado à exposição do alimento ao calor e luz e que podem ocasionar a oxidação da vitamina. A adição desse fortificante também não alterou a qualidade sensorial de biscoitos (BUTT et al. 2007)

Na linha de óleos vegetais, o palmitato de retinil adicionado ao óleo de soja demonstrou boa estabilidade durante o processamento de alimentos. O teor de vitamina A na forma de palmitato de retinil manteve estável em óleo de soja em lata enriquecido durante 9 meses de armazenamento em temperatura ambiente. Alta taxa de retenção de vitamina A também foi observada quando feijão e arroz foram cozidos em processo tradicional por 90 minutos e sob pressão por 40 minutos empregando-se óleo de soja fortificado. Perdas progressivas de vitamina A foram observadas quando o óleo de soja fortificado foi reutilizado para fritura. Entretanto 58% do conteúdo de vitamina A foi mantido após a quarta reutilização do mesmo óleo para fritura (FÁVARO et al. 1991). Estes dados sugerem o óleo de soja como um importante veículo para a fortificação com vitamina A. Apesar de perdas consideráveis após a reutilização do óleo de fritura, este procedimento não é indicado por promover também formação de compostos tóxicos.

Leite e derivados são alimentos regularmente consumidos e adequados para a fortificação de alimentos. Dentro deste contexto leite e derivados têm demonstrado serem alimentos úteis para fortificação com vitamina A (DARY; MORA, 2002). Qualitativamente, vitamina A é encontrado em produtos lácteos como uma mistura de ésteres, sendo o palmitato de retinil o principal composto em produtos naturais (não fortificados) (OLLILAINEN et al. 1989). O acetato de retinil é utilizado na fortificação de leite líquido. Contudo pequenas quantidades de acetato de retinil podem ser encontradas em leite líquido não fortificado (HERRERO-BARBUDO et al. 2005).

Vários estudos indicam ampla variação da concentração de vitaminas em leite líquido fortificado e declaração incorreta desse valor no rótulo do alimento. HERRERO-BARBUDO et al. 2005 compararam o teor de vitamina A de amostras analisadas por HPLC com o valor declarado no rótulo de leites fortificados. Os resultados indicaram uma ampla variação entre o valor analisado e o declarado no rótulo (79% a 206%). A quantidade de fortificante adicionado ao leite (acetato) apresentou alta variabilidade entre unidades e fornecedores. Valores acima e abaixo do conteúdo declarado no rótulo para o mesmo lote foram observados indicando várias fontes de erro no processo de fortificação deste produto. Segundo Murphy e colaboradores (2001), as condições de armazenamento das preparações vitamínicas, os métodos empregados para adição de vitaminas, o momento durante o processamento no qual a vitamina é adicionada e erros de processamento foram identificados como fatores que contribuíram para perdas de vitamina A durante a elaboração e armazenamento do produto.

Em outro estudo com produto lácteo Chávez-Servín (2008) avaliou o conteúdo de vitamina A em fórmulas infantis (pós) a base de leite fortificado com vitamina A, durante 70 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Segundo o autor, fórmulas infantis são

comumente fortificadas com vitamina A, na forma de acetato de retinil ou palmitado de retinil, porque estas moléculas são mais estáveis e menos suscetíveis a oxidação do que o retinol. Não foram detectadas mudanças significativas no conteúdo de vitamina A na maioria das amostras avaliadas ao longo do período de 70 dias. Também não houve diferença significativa quando comparada a fortificação com acetato ou palmitato de retinil.

Lau e colaboradores (1986) indicaram maior conteúdo de vitamina A em leite UHT fortificado (palmitato de retinil) com alto teor de gordura quando comparado com leite de menor teor de gordura após 3 semanas de armazenamento a 26°C. O conteúdo de vitamina A encontrado no leite de maior teor de gordura, após este período, se assemelhava ao teor de vitamina do leite natural (não-fortificado). Estes resultados indicam um possível efeito protetor da gordura e diferença de estabilidade da forma nativa e sintética da vitamina.

Na matriz leite os estudos também apontam que não há indicações de valores comuns em relação as perdas durante o processamento e armazenamento deste produto. Os dados sugerem que a baixa umidade (pós) e elevado teor de gordura aumentam a estabilidade da vitamina A neste produto durante a vida útil do mesmo.

O açúcar apesar de ser um produto barato, de fácil acesso e consumo massivo deve ser avaliado com cautela em programas de fortificação. O incentivo ao consumo excessivo de açúcar poderia causar danos à saúde como aumento da obesidade. Dary e colaboradores (1998) avaliaram a estabilidade do retinol em açúcar fortificado empregado no processo de fabricação de refrigerantes. O retinol em açúcar não refinado fortificado foi perdido durante a fabricação de refrigerantes. Já neste mesmo produto fabricado com açúcar refinado fortificado, o conteúdo final de vitamina A foi igual a dois terços do conteúdo inicial logo após o engarrafamento. Perdas de retinol (45%) foram observadas após 1 semana de armazenamento dos refrigerantes, mas o teor deste micronutriente manteve-se estável entre uma a seis semanas de armazenamento. Segundo os autores a pior estabilidade do retinol em açúcar não refinado se deve ao processo de purificação, pois o retinol adere ao carbono ativado e a terra diatomácea usados no processo de purificação do açúcar empregado na fabricação de refrigerantes. A estabilidade do retinol durante o armazenamento do produto poderia ser explicada pela alta concentração de CO₂ em refrigerante. Este estudo indica que a melhor opção para o uso do açúcar como veículo para fortificação com vitamina A, é o açúcar refinado. Entretanto, como já foi dito a utilização do açúcar como veículo para a fortificação de alimentos deve ser avaliada em função dos malefícios do consumo excessivo deste produto.

A estabilidade da vitamina A em sal triplamente fortificado (vitamina A, ferro e iodo) foi avaliada por Rutkowski e Diosady (2007) em diferentes condições de armazenamento durante 3 meses. A maior taxa de retenção (65%) foi observada no sal feito com palmitato de retinil quando comparada ao acetato de retinil (48%). Em relação às condições de armazenamento o melhor resultado foi observado para o sal estocado a 60% de umidade relativa quando comparado com 100% de umidade relativa. Este estudo também indicou que o iodo não afetou o conteúdo de vitamina A. Dessa forma, o sal comercial iodado poderia ser um importante veículo para a fortificação com vitamina A desde que acondicionado em embalagens com barreira à umidade.

3 CONCLUSÃO

A deficiência de vitamina A é um dos problemas de impacto em saúde pública especialmente em países em desenvolvimento. A fortificação é uma das estratégias eficientes e de menor custo para combate à deficiência de micronutrientes. Entretanto, o sucesso do programa de fortificação depende da estabilidade do fortificante na matriz alimentar. Apesar de vários estudos sobre a estabilidade da vitamina A em alimentos fortificados, o estabelecimento

de quantidades adequadas do fortificante a serem adicionadas por cada tipo de matriz alimentar em função das perdas ocorridas durante o processamento e armazenamento torna-se de difícil avaliação devido a grande variedade de condições ambientais, tempos e tipos de fortificantes empregados nestes estudos. O que pode ser inferido é que a fortificação é viável, apesar das perdas ocorridas durante o processamento e armazenamento dos alimentos, pois medidas que monitorem o binômio tempo e temperatura em processos que empregam calor, temperatura de armazenamento, tipo de embalagem, mistura adequada do premix vitamínico com a matriz alimentar, padronização do premix, tipo de fortificante x matriz podem reduzir as perdas não implicando em perdas totais do elemento fortificante durante a vida útil do alimento.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, S., ANJUM, F.M., ANJUM, M.A. Micronutrient fortification of wheat flour: Recent development and strategies. **Food Research International**, v. 44, p.652-659, 2011.
- ALMEIDA, E.R.; CARVALHO, A.T.; NILSON, E.A.F.; COUTINHO, J.G.; UBARANA, J.A. Avaliação participativa do Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A em um município da Região Nordeste do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 26, p. 5, p. 949-960, 2010.
- ATWWOD, S.J.; SANGHVI, T.G.; SHARMA, V.; CAROLAN, N. Stability of vitamin A in fortified vegetable oil and corn soy blend used in child feeding programs in India. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.8, p.32-44, 1995.
- AZAIS-BRAESCO, V., PASCAL,G. Vitamin A in pregnancy: requirements and safety limits. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p.13255-13233, 2000.
- AZEVEDO, M.M.S.; CABRAL, P.C.; DINIZ, A.S.; FISBERG, M.; FISBERG, R.M.; ARRUDA, I.K.G. Deficiência de vitamina A em pré-escolares da cidade do Recife, Nordeste do Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v. 60, n.1, 2010.
- BOBBIO, F.O., BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3º ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 31 de 16 de janeiro de 1998**. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes especiais. Disponível em < <http://www.saude.gov.br>. Acesso em nov. 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Cadernos de Atenção Básica: Carências de Micronutrientes**. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Brasília: Ministério da Saúde, 2007.
- BUTT, M. S., ARSHAD, M. U., ALAM, M. S., NADEEM, M. T. Bioavailability and storage stability of vitamin A fortificant (retinyl acetate) in fortified cookies. **Food Research International**, v.40, p.1212–1219, 2007.
- CARLOTTI, M.E., ROSSATTO, V., GALLARATE, M. Vitamin A and vitamin A palmitate stability over time and under UVA and UVB radiation. **International Journal of Pharmaceutics**, v.240, p.85-94, 2002.
- CHÁVEZ-SERVÍN, J.L., CASTELLOTE, A.I., LÓPEZ-SABATER, M.C. Vitamins A and E content in infant milk-based powdered formulae after opening the packet. **Food Chemistry**, v. 106, p.299-309, 2008.

DANTAS, J.C.O.; MEDEIROS, A.C.P.; RODRIGUES, K.D.S.R.; DIMENSTEIN, R. Concentração sérica de retinol e prevalência de deficiência de vitamina A em puérperas. **Revista Brasileira de Promoção a Saúde**, v. 24, n. 1, p. 40-45, 2011.

DARY, O., MORA, J.O. Food fortification to reduce vitamin A deficiency: International Vitamin A Consultative Group Recommendations. **The Journal of Nutrition**. v. 132, p. 2927–2933, 2002.

DARY, O., GUAMUCH, M., NESTEL, P. Recovery of retinol in soft-drink beverages made with fortified unrefined and refined sugar: implications for national fortification programs. **Journal of food composition and analysis**, v.11, p.212-220, 1998.

DE RITTER, E. Stability characteristics of vitamins in processed foods. **Food Technology**, v.30, n.1, p.48-51, 1976.

FÁVARO, R.M.D., FERREIRA, J.F., DESAJ,I.D., OLIVEIRA, J.D. Studies on fortification of refined soybean oil with all-trans-retinil palmitate in Brazil: Stability during cooking and storage. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.4, n.3, p.237-244, 1991.

FILTEAU, S. M., TOMKINS, A. M. Promoting vitamin A status in low income countries. **Lancet**, v. 353, p.1458-1459, 1999.

HERRERO-BARBUDO, M.C., GRANADO-LORENCIO, F., BLANCO-NAVARRO, I., OLMEDILLA-ALONSO, B. Retinol, a- and g-tocopherol and carotenoids in natural and vitamin A and E fortified dairy products commercialized in Spain. **International Dairy Journal**, v. 15, p.521-526, 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes (DRI): the essential guide to nutrient requirement**. Part 3. Washington, D.C.: United States of America: The National Academy Press, p. 167-285, 2006.

LAU, B.L.T.; KAKUDA, Y.; ARNOTT, D.R. Effect of milk fat on the stability of vitamin A in Ultra-High Temperature milk. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n.8, p.2052-2059, 1986.

LEO, M.A., LIEBER, C.S. Alcohol, vitamin A, and β -carotene: adverse interactions, including hepatotoxicity and carcinogenicity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, p.1071-1085, 1999.

LOTFI, M., MANNAR, M.G.V., MERX, R.H., NABER-VAN DEN, e HEUVEL, P. **Micronutrient fortification of foods: Current practices, research and opportunities**. The Micronutrient Initiative, International Agriculture Centre, 1996. Disponível em: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/14002/1/104386.pdf>

LOVEDAY, S. M., & SINGH, H. Recent advances in technologies for vitamin A protection in foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.19, n.12, p. 657–668, 2008.

MARTINS, M.C.; OLIVEIRA, Y.P.; COITINHO, D.C.; SANTOS, L.M.P. Panorama das ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 5-18, 2007.

MURPHY, S. C., WHITED, L. J., ROSENBERRY, L. C., HAMMOND, B. H., BANDLER, D. K., & BOOR, K. J. (2001). Fluid milk vitamin fortification compliance in New York State. **Journal of Dairy Science**, v.84, p. 2813–2820, 2001.

OLLILAINEN, V., HEINONEN, M., LINKOLA, E., VARO, P., KOIVISTONEN, P. Carotenoids and retinoids in Finnish foods: dairy products and eggs. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 2257–2265, 1989.

PENTEADO, M.V.C. **Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos**. Barueri: São Paulo, 2003.

PETTORIUS, B.; SCHONFELDT, H.C. Vitamin A content of fortified maize meal and porridge as purchased and consumed in South Africa. **Food Research International**. Article in press, 2011. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com>

RAMALHO, R.A.; ANJOS, L.A.; FLORES H. Hipovitaminose A em recém-nascidos em duas maternidades públicas no Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v.14, n. 4, p. 821–827. 1998.

ROWE, J.P., OGDEN, L.V.; PIKE, O.A.; STEELE, F.M.; DUNN, M.L. Effect of end-user preparation methods on vitamin content of fortified humanitarian food-aid commodities. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.22, p.33-37, 2009.

RUTKOWSKI, K.; DIOSADY, L.L. Vitamin A stability in triple fortified salt. **Food Research International**, v. 40, p.147-152, 2007.

SALGUERIO M; ZUBILLAGA M; LYSIONEK A; CARO R; WEILL R; BOCCIO J. Fortification Strategies to combat zinc and iron deficiency. **Revista de Nutrição**, v. 60, p. 52-58, 2002.

SAUNDERS, C. Deficiência de vitamina A – DVA. **Boletim Carências Nutricionais**. 2º edição, 2009.

SAUVANT, P.; CANSELL, M.; SASSI, A.H.; ATGIÉ, C. Vitamin A enrichment: Caution with encapsulation strategies used for food applications, **Food Research International**. p. 1-11, 2011.

SUCUPIRA, A.C.S.L.; ZUCCOLOTTO, S.M.C. Os programas de combate à hipervitaminose A: há indicação para o Município de São Paulo? **Pediatria**, v. 10, p. 14–19, 1988.

WHO (World Health Organization). **Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995-2005**. (2009) Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241598019_eng.pdf.

WHO (World Health Organization). **Guidelines on food fortification with micronutrientes**.(2006). Disponível em http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594012_eng.pdf.

ZANCUL, M.S. Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A. **Medicina Ribeirão Preto**, v. 37, p. 45-50, 2004.

Recebido para publicação: 20 de julho de 2018.

Aprovado: 04 de janeiro de 2019